



AS4728PGT

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
 (10) **DE 198 21 637 A 1**

(5) Int. Cl. 5:

**B 65 G 53/52**

B 65 G 43/08

F 16 L 57/00

B 65 G 53/66

D4

(21) Aktenzeichen: 198 21 637.8  
 (22) Anmeldetag: 14. 5. 98  
 (23) Offenlegungstag: 18. 11. 99

(71) **Anmelder:**  
 Esser-Werke GmbH & Co. KG, 59581 Warstein, DE  
 (74) **Vertreter:**  
 Bockermann & Ksoll, Patentanwälte, 44791 Bochum

(72) **Erfinder:**  
 Antrag auf Nichtnennung

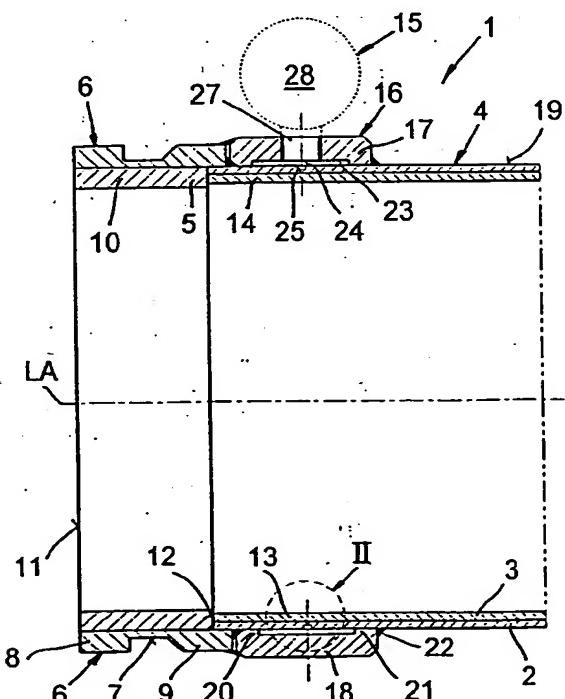
(56) **Entgegenhaltungen:**  
 DE 196 20 954 A1  
 DE 43 20 986 A1  
 EP 06 65 177 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

**Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt**

(54) **Transportrohr**

(57) Das Transportrohr (1) zur fluidischen Förderung von Feststoffen besteht aus einem von einem Mantelrohr (2) aus schweißbarem Stahl und einem demgegenüber verschleißfesterem Innenrohr (3) gebildeten Mittelabschnitt (4) und aus endseitigen Kupplungsbunden (6) mit gekammerten Verschleißringen (10). Zur Ermittlung des von innen nach außen fortschreitenden Verschleißes ist der Mittelabschnitt (4) in mindestens einem verschleißgefährdeten Längenbereich (13) außenseitig mit einer Prüfvorrichtung (15) versehen. Die Prüfvorrichtung (15) umfaßt eine Sensorkammer (23) ausbildendes U-förmig konfigurierendes Ringsegment (16), das mehrere von der äußeren Oberfläche (19) des Mantelrohrs (2) nach innen gerichtete Vertiefungen (25) umschließt. Bei fortschreitendem Verschleiß tritt das Fördermedium durch die Vertiefungen (25) in die Sensorkammer (23) ein, was ein an die Sensorkammer (23) angeschlossener Sensor (28) anzeigt.



DE 198 21 637 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Transportrohr zur fluidischen Förderung von Feststoffen gemäß den Merkmalen im Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei der fluidischen Förderung von Feststoffen, insbesondere von Beton, unterliegen die inneren Oberflächen der Transportrohre einem starken Verschleiß aufgrund der abrasiven Wirkung der Feststoffe. Der Verschleißwiderstand kann durch die Verwendung von zweilagigen Mittelabschnitten erhöht werden, wobei jeweils ein Mantelrohr aus einem schweißbaren Stahl ein demgegenüber verschleißfesteres Innenrohr umhüllt. Insbesondere unterliegen aber die Enden der Transportrohre einem erhöhten Verschleiß, der auf Verwirbelungen im Kupplungsbereich zweier Transportrohre zurückzuführen ist. Ferner haben sich in den endseitigen Kupplungsbünden gekammerte hochfeste Verschleißringe bewährt, den Verschleißwiderstand in diesen kritischen Bereichen zu erhöhen.

Die Praxis hat jedoch gezeigt, dass trotz des Einsatzes von Verschleißringen an den Enden der Mittelabschnitte nach wie vor starker Verschleiß auftritt. Vor allem die den einlaufseitigen Kupplungsbünden benachbarten Längenbereiche der Mittelabschnitte sind besonders verschleißgefährdet.

Der von innen nach außen fortschreitende Verschleiß ist von außen nicht zu erkennen, was insbesondere bei stark beanspruchten Transportrohren, wie z. B. auf Pumpwagen für Beton, immer wieder zu unvorhersehbaren Unterbrechungen und Einschränkungen in der Betriebsbereitschaft führt. Mit einem verschlossenen Transportrohr kann aber aufgrund der herrschenden Drücke nicht oder nur sehr bedingt weiter gearbeitet werden. Ein auch nur punktuell verschlossenes Transportrohr eines Rohrstrangs müsste daher unverzüglich ausgetauscht werden, um einen sicheren ungestörten Betrieb zu gewährleisten.

Der Erfindung liegt ausgehend vom Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, ein Transportrohr zur fluidischen Förderung von Feststoffen, wie z. B. Beton, zu schaffen, bei dem sein Verschleißzustand ohne Entfernung aus einem Rohrstrang feststellbar ist.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1.

Der Kerngedanke der Erfindung ist, den Mittelabschnitt eines Transportrohrs in mindestens einem verschleißgefährdeten Längsbereich außenseitig mit einer Prüfvorrichtung zu versehen. Die außenseitige Anordnung der Prüfvorrichtung hat den Vorteil, dass der Querschnitt des Transportrohrs an keiner Stelle eingeengt wird und demzufolge auch keine zusätzlichen Verwirbelungen im Förderstrom hervorgerufen werden. Ferner kann das Transportrohr für eine Verschleißkontrolle im Rohrstrang verbleiben.

Die Prüfvorrichtung ist zweckmäßig in einem besonders verschleißgefährdeten Längsbereich des Mittelabschnitts angeordnet, wobei der Mittelabschnitt zylindrisch gerade oder bogenförmig gestaltet sein kann. Insbesondere bei einem bogenförmigen Mittelabschnitt kann es bei der fluidischen Förderung von Feststoffen zu einer fliehkraftbedingten Verdichtung des Förderstroms an der dem Krümmungsmittelpunkt abgewandten inneren Oberfläche kommen, wodurch jedes Transportrohr in einem Förderstrang ganz spezielle verschleißgefährdete Längsbereiche aufweist.

Es ist besonders vorteilhaft, die Prüfvorrichtung im Bereich der Enden des Mittelabschnitts anzurichten (Anspruch 2). Dic in unmittelbarer Nähe der Stirnseite eines Transportrohrs auftretenden Verwirbelungen sind erfahrungsgemäß so stark, dass ein Transportrohr zuerst in diesem Bereich verschleißt. Es ist daher sinnvoll, das Augenmerk insbeson-

dere auf diesen Bereich zu richten.

Nach Anspruch 3 sind in dem verschleißgefährdeten Längsbereich mehrere von der äußeren Oberfläche nach innen gerichtete Vertiefungen vorgesehen und mit einer den Längsbereich umgebenden Sensorkammer verbunden. Durch Verschleiß des Materials zwischen der inneren Oberfläche des Längsbereichs und den Vertiefungen kann das Fördermedium über mindestens eine nun als Durchlass fungierende Vertiefung in die den Längsbereich umgebende Sensorkammer eindringen und so der Verschleißzustand ermittelt werden.

Die vorteilhafte Eigenschaft der Anbringung von Vertiefungen liegt darin, dass der Verschleiß bereits in einem Stadium festgestellt werden kann, in dem der Längsbereich erst minimal verschlossen ist und noch eine betriebssichere Restwanddicke aufweist, die ohne weiteres dem doppelten maximalen Betriebsdruck standhält. Ein Verschleiß des Längsbereichs bis zu einer Vertiefung stellt somit kein Sicherheitsrisiko beim Förderbetrieb dar, erlaubt aber eine ausreichende Vorwarnzeit zum Austausch des verschlossenen Transportrohrs. Ein plötzlicher Stillstand z. B. einer Betonpumpe auf einer Baustelle ist nicht zu befürchten.

Die Vertiefungen können bevorzugt als Bohrungen gestaltet sein. Bohrungen haben den Vorteil, dass der kegelige Bohrungsgrund mit fortschreitendem Verschleiß kontinuierlich abgetragen wird und das Fördermedium zunehmend leichter in die Sensorkammer eintreten kann. Hierdurch wird die Sicherheit weiter erhöht.

Vertiefungen können auch durch andere spanabhebende oder nicht spanabhebende Maßnahmen angebracht werden, wie z. B. durch Senkerodieren, umfangsseitige Einkerbungen oder geeignete Umformungen.

Bevorzugt sind die Vertiefungen jedoch relativ klein gehalten, um das Transportrohr strukturell nicht zu schwächen. Weiterhin ist es günstig, Vertiefungen gleichmäßig auf dem Umfang verteilt anzurichten, um eine lageunabhängige Verschleißkontrolle zu gewährleisten.

Durch die Vertiefungen tritt das Fördermedium in eine den Längsbereich umgebende Sensorkammer ein, die so gestaltet ist, dass sie den Austritt des Fördermediums in die Umgebung verhindert und gleichzeitig einen sicheren Transportbetrieb gewährleistet. Mit der nach außen geschlossenen Sensorkammer ist auch der weitere Vorteil verbunden, dass z. B. keine Betonschlempe verspritzt wird, welche eine hohe Gefährdung der Sehkrat bis hin zur Blindheit bedeutet.

Nach Anspruch 4 ist die Sensorkammer mindestens durch ein Ringsegment mit U-förmig konfiguriertem Querschnitt gebildet. Die Schenkel sowie der Steg der U-förmigen Konfiguration und die Außenseite des Mantelrohrs begrenzen die Sensorkammer, in deren Bereich die Vertiefungen an der äußeren Oberfläche des Mittelabschnitts liegen.

Die Sensorkammer kann als Ring gestaltet sein, wenn nicht klar ist, an welchem Punkt des Umfangs eines Transportrohrs der größte Verschleiß auftritt oder wenn seine Einbaulage unbekannt ist. Kann aber die verschleißgefährdete Stelle eines Transportrohrs genau eingegrenzt werden, dürfte es ausreichend sein, lediglich ein Ringsegment am Transportrohr zu befestigen.

Wie nach Anspruch 5 ausgeführt, ist die Sensorkammer mit einem Sensor verbunden. Der Sensor ist geeignet, den Eintritt des Fördermediums in die Sensorkammer festzustellen. Der Sensor ist bevorzugt als drucksensibler Sensor, z. B. als Manometer ausgeführt. Es ist im Rahmen der Erfindung aber auch denkbar, dass der Sensor auf den Kontakt mit dem Fördermedium reagiert. Der Sensor kann auf einem mechanischen, magnetischen, elektrischen oder optischen Wirkprinzip beruhen.

Auch ein dem Ring oder Ringsegment zugeordnetes druckfestes Sichtfenster könnte den Eintritt des Fördermediums in die Sensorkammer anzeigen.

Entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 6 kann das Transportrohr einlagig oder doppellagig ausgebildet sein.

Bei einer einlagigen Ausbildung erstrecken sich die Vertiefungen so weit von der äußeren Oberfläche radial in das Material hinein, dass auf der einen Seite ein ausreichend langer Einsatzzeitraum existiert, bis dass die Rohrwand im verschleißgefährdeten Längsbereich bis zu einer Vertiefung verschlissen ist, dass aber auf der anderen Seite nach dem Erreichen dieses Zustands das Transportrohr immer noch ausreichend lange sicher betrieben werden kann, um gezielt ausgetauscht werden zu können.

Im Fall einer zweilagigen Ausbildung, insbesondere mit einem Mantelrohr aus einem schweißbaren Stahl und einem demgegenüber verschleißfesteren Innenrohr, erstrecken sich die Vertiefungen von der äußeren Oberfläche des Mantelrohrs bis kurz vor seine innere Oberfläche. Auch hierbei ist sichergestellt, dass bei einem Verschleiß des Mantelrohrs bis zu einer Vertiefung die Restwanddicke ausreichend betriebssicher ist, um den notwendigen Austausch des verschlissenen Transportrohrs geplant vornehmen zu können.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** im vertikalen Längsschnitt den Endbereich eines Transportrohrs für Beton und

**Fig. 2** in vergrößertem Maßstab das Detail II der Fig. 1.

Das in Fig. 1 nur endseitig dargestellte Transportrohr 1 zur Förderung von Beton umfasst einen aus einem schweißbaren Stahl gebildetes Mantelrohr 2 und einem demgegenüber verschleißfesteren Innenrohr 3 bestehenden zylindrischen Mittelabschnitt 4. Das Transportrohr 1 weist an beiden Enden 5 jeweils einen umlaufenden Kupplungsbund 6 auf. Der Kupplungsbund 6 umfasst eine trapezförmig gestaltete Kupplungsnute 7 sowie einen endseitigen Flansch 8. Das dem Flansch 8 abgelegene Ende 9 des Kupplungsbunds 6 ist außenseitig auf das Mantelrohr 2 geschoben und mit diesem verschweißt.

Im Kupplungsbund 6 ist ein Verschleißring 10 gekammert, der sich von der Stirnseite 11 des Flansches 8 bis zu der Stirnseite 12 des Mittelabschnitts 4 erstreckt.

In einem verschleißgefährdeten Längsbereich 13 an den Enden 14 des Mittelabschnitts 4 ist eine Prüfvorrichtung 15 außen am Mantelrohr 2 angeordnet. Die Prüfvorrichtung 15 umfasst ein Ringsegment 16 mit U-förmig konfiguriertem Querschnitt 17. Ein Steg 18 des Ringsegments 16 erstreckt sich im Abstand parallel zur äußeren Oberfläche 19 des Mantelrohrs 2. An ihn schließen sich zwei radial in Richtung auf die Längsachse LA des Transportrohrs 1 gerichtete Schenkel 20, 21 an. Das dem Flansch 8 abgewandte Ende 9 des Kupplungsbunds 6 ist außenseitig mit dem benachbarten Ringsegment 16 verschweißt. Der dem Kupplungsbund 6 abgelegene radiale Schenkel 21 des Ringsegments 16 ist über eine Kehlnaht 22 mit dem Mantelrohr 2 verschweißt.

Der Steg 18, die beiden radial gerichteten Schenkel 20, 21 sowie die äußere Oberfläche 19 des Mantelrohrs 2 umschließen eine rechteckig konfigurierte Sensorkammer 23.

Im mittleren Bereich 24 der Sensorkammer 23 weist das Mantelrohr 2 mehrere von der äußeren Oberfläche 19 radial nach innen gerichtete Vertiefungen 25 auf (siehe auch Fig. 2).

Die Vertiefungen 25 sind als Bohrungen gestaltet, wobei der Bohrungsdurchmesser D etwa der Wanddicke WD des Mantelrohrs 2 entspricht. Jede Vertiefung 25 weist eine kegelige Spitze 26 auf, wobei die Tiefe der Vertiefung 25 etwa 90% der Wanddicke WD des Mantelrohrs 2 ausmacht. Die

Sensorkammer 23 ist über eine im Steg 18 radial angeordnete Gewindebohrung 27 mit einem Sensor 28 verbunden.

#### Bezugszeichenliste

- |    |   |
|----|---|
| 5  | 1 Transportrohr<br>2 Mantelrohr<br>3 Innenrohr<br>4 Mittelabschnitt   |
| 10 | 5 Ende v. 1<br>6 Kupplungsbund<br>7 Kupplungsnut v. 6<br>8 Flansch v. 6<br>9 Ende v. 6                                      |
| 15 | 10 Verschleißring<br>11 Stirnseite v. 8<br>12 Stirnseite v. 4<br>13 verschleißgefährdeten Längsbereich v. 4<br>14 Ende v. 4 |
| 20 | 15 Prüfvorrichtung<br>16 Ringsegment<br>17 Querschnitt v. 16<br>18 Steg v. 16<br>19 äußere Oberfläche v. 2                  |
| 25 | 20 Schenkel v. 16<br>21 Schenkel v. 16<br>22 Kehlnaht<br>23 Sensorkammer<br>24 mittlerer Bereich v. 23                      |
| 30 | 25 Vertiefung<br>26 Spitze v. 25<br>27 Gewindebohrung<br>28 Sensor<br>D Durchmesser v. 25                                   |
| 35 | LA Längsachse v. 1<br>T Tiefe v. 25<br>WD Wanddicke v. 2  |

#### Patentansprüche

- Transportrohr zur fluidischen Förderung von Feststoffen, das einen Mittelabschnitt (4) und an den Enden (5) Kupplungsbunde (6) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittelabschnitt (4) in mindestens einem verschleißgefährdeten Längsbereich (13) außenseitig mit einer Prüfvorrichtung (15) zur Ermittlung des von innen nach außen fortschreitenden Verschleißes versehen ist.
- Transportrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfvorrichtung (15) im Bereich der Enden (14) des Mittelabschnitts (4) angeordnet ist.
- Transportrohr nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in dem verschleißgefährdeten Längsbereich (13) mehrere von der äußeren Oberfläche (19) nach innen gerichtete Vertiefungen (25) vorgesehen und mit einer den Längsbereich (13) umgebenden Sensorkammer (23) verbunden sind.
- Transportrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorkammer (23) mindestens durch ein Ringsegment (16) mit U-förmig konfiguriertem Querschnitt (17) gebildet ist.
- Transportrohr nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass an die Sensorkammer (23) ein Sensor (28) angeschlossen ist.
- Transportrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittelabschnitt (4)

einlagig oder doppelagig ausgebildet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

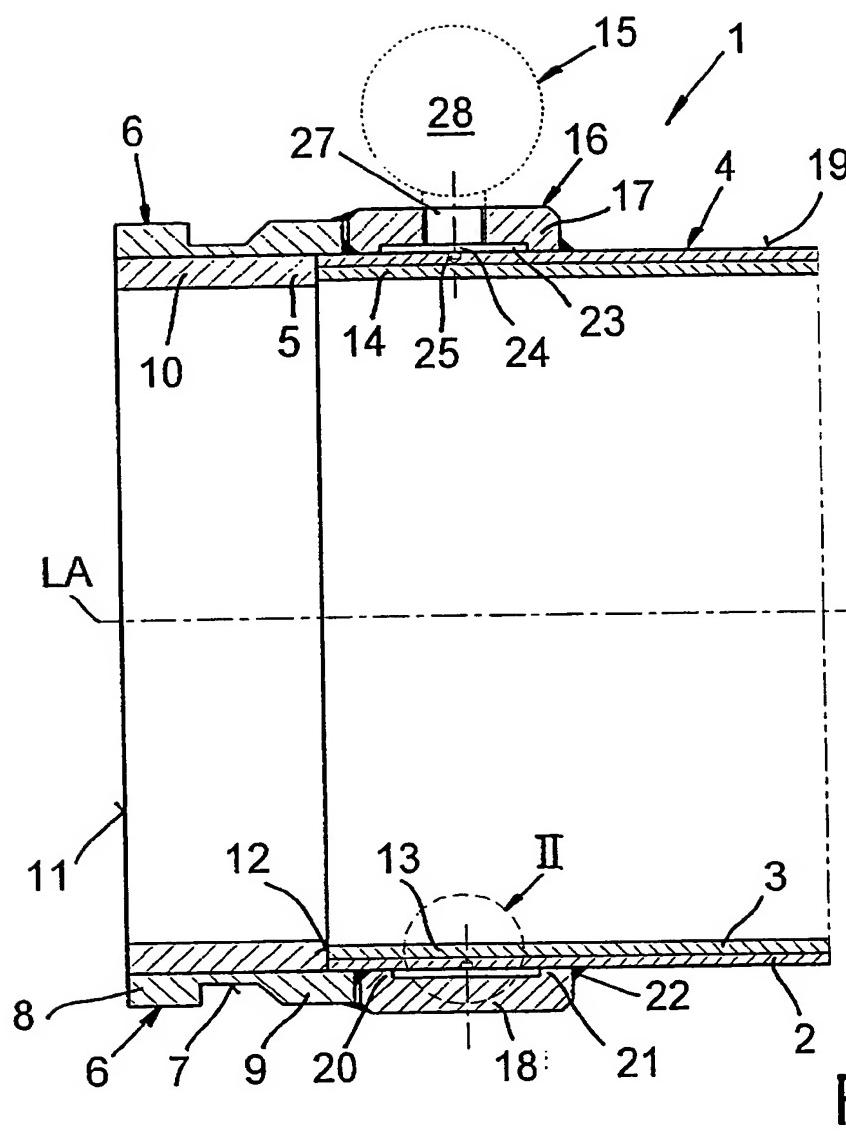


Fig. 1

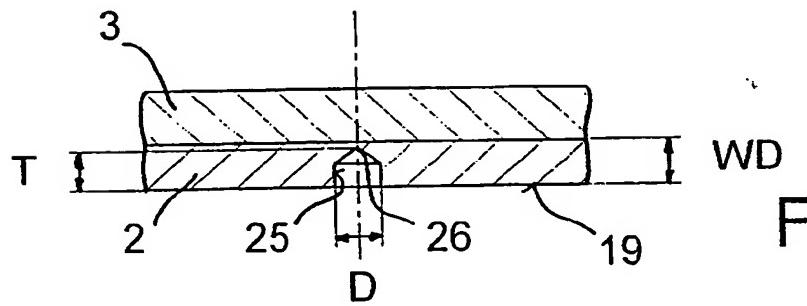


Fig. 2